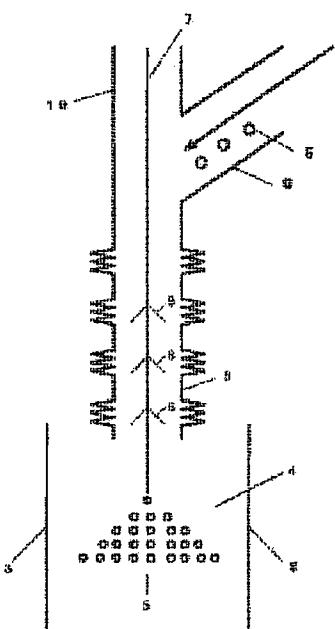


**CATALYST PACKING METHOD AND DEVICE THEREFOR****Publication number:** JP2000237577 (A)**Also published as:****Publication date:** 2000-09-05 US6467513 (B1)**Inventor(s):** YANARU HIDEAKI; NAKAMURA HITOSHI; YANAGISAWA YUZURU +**Applicant(s):** TOYO ENGINEERING CORP +**Classification:****- International:** B65B1/04; B01J4/00; B01J8/00; B01J8/02; B01J8/06; B65B1/04; B01J4/00; B01J8/00; B01J8/02; (IPC1-7): B65B1/04; B01J8/02; B01J4/00; B01J8/06**- European:** B01J8/00F2; B01J8/00F6; B01J8/06**Application number:** JP19990276591 19990929**Priority number(s):** JP19990276591 19990929; JP19980378300 19981225**Abstract of JP 2000237577 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable uniformly and rapidly packing catalysts when uniformly packing the catalysts into a space part formed of a reactor and pipes by passing the catalysts through a flexible tube and feeding them along the inside of the reactor while keeping the fall distance of the catalysts within a fixed range. **SOLUTION:** When packing catalysts 5 into a space part 4, the catalysts 5 are fed to a flexible tube 6 through a catalyst introducing part 9. At this time, the catalysts 5 have velocity at which they pass through the flexible tube 6 restrained by brushes 8 attached to a jig 7 to lead the catalysts to the head of the flexible tube 6. And the catalysts 5 fall in the flexible tube 6 in straight lines, in spirals, or irregularly depending on the shape of the brushes 8, but even if any shape is selected, impact onto the catalysts 5 is absorbed by the brushes 8. The catalysts 8 fed from a wall part of the reactor kept within a fixed distance range from the bottom part of the reactor are being filled into the space part 4 toward a pipe 3 while keeping an angle of repose.

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-237577

(P2000-237577A)

(43)公開日 平成12年9月5日 (2000.9.5)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
B 01 J 8/02  
4/00 105  
8/06 301  
// B 65 B 1/04

識別記号

F I  
B 01 J 8/02  
4/00 105 C  
8/06 301  
B 65 B 1/04

デマコド<sup>8</sup> (参考)  
A 3 E 01 8  
105 C 4 G 06 8  
301 4 G 07 0

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願平11-276591  
(22)出願日 平成11年9月29日 (1999.9.29)  
(31)優先権主張番号 特願平10-378300  
(32)優先日 平成10年12月25日 (1998.12.25)  
(33)優先権主張国 日本 (JP)

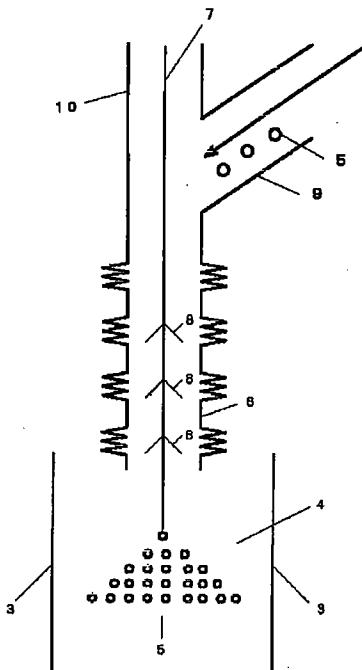
(71)出願人 000222174  
東洋エンジニアリング株式会社  
東京都千代田区霞が関3丁目2番5号  
(72)発明者 矢島 英明  
千葉県市川市南大野3-24-12-603  
(72)発明者 中村 仁  
千葉県四街道市大日487番地33  
(72)発明者 柳澤 譲  
千葉県茂原市新小善314-9  
(74)代理人 100088328  
弁理士 金田 嘉之 (外2名)  
Fターム(参考) 3E018 AA02 AB01 BB01 CA10 EA01  
4G068 AA03 AB23 AC07 AD01 AD50  
4G070 AA01 AB06 BB03 CA01 CB16

(54)【発明の名称】触媒の充填方法および装置

(57)【要約】

【課題】 内部に管類が設けられている反応器において、反応器と管類で形成される空間部に触媒を均一に速やかに充填する方法および装置を提供する。

【解決手段】 反応器の内部に反応管、冷却管、加熱管またはこれらの組合せられた管類が設けられている反応器において、反応器と前記管類で形成される空間部に触媒を詰めるにあたり、その内部に設けられた触媒の受け衝撃を吸収する機能を有する伸縮自在なホース内を触媒を通過させ、触媒の落下距離を一定の範囲内に保ちながら反応器の内部に沿って触媒を供給して前記空間部に触媒を充填する工程と、前記充填された触媒を前記空間部で流動させる工程とからなる触媒の充填方法およびこの方法を実施するための装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に反応管、冷却管および加熱管からなる群より選ばれた少なくとも1種の管が複数設けられている反応器の、反応器と管類で形成される空間部に触媒を詰めるにあたり、

その反応器の内部に設けられた触媒の受ける衝撃を吸収する機能を有するフレキシブルチューブ内を触媒を通過させ、触媒が破損しないような距離を保ちながら反応器の内部に沿って触媒を供給して、前記空間部に触媒を充填する工程と、

前記充填された触媒を前記空間部で流動させる工程とを有することを特徴とする触媒の充填方法。

【請求項2】 内部に反応管、冷却管および加熱管からなる群より選ばれた少なくとも1種の管が複数設けられている反応器の、反応器と管類で形成される空間部に触媒を詰めるための装置であって、

その反応器の内部に設けられた触媒の受ける衝撃を吸収する機能を有するフレキシブルチューブ内を触媒を通過させ、触媒が破損しないような距離を保ちながら反応器の内部に沿って触媒を供給して前記空間部に触媒を充填するための手段と、

前記充填された触媒を前記空間部で流動させるための手段とを有することを特徴とする触媒の充填装置。

【請求項3】 前記触媒の受ける衝撃を吸収する機能を有するフレキシブルチューブが、その内部にブラシを付帯した、長さの調節が可能な治具を有し、長さの調節が可能な蛇腹型のフレキシブルチューブであることを特徴とする請求項2に記載の触媒の充填装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、触媒の充填方法および装置に関する。さらに詳しくは、反応器の内部に反応管、冷却管、加熱管またはこれらを組合せた管類が複数設けられている反応器において、反応器と前記管類で形成される空間部に均一に触媒を詰めるためのプロセスにおいて触媒を速やかに充填する方法およびそのために用いる装置に関する。

【0002】

【従来の技術】アンモニア合成反応器、メタノール合成反応器等で例示されるように、反応器に複数設置される反応管の内部に触媒を詰め所望の製品を得る合成プロセスは種々数えられる。これらのプロセスにおいて、該反応管の内部に触媒を詰める方法は、種々工夫されている。1例として、その先端が解放ができる機能を有するいわゆるソックスに所定量の触媒をいれ、これを前記反応管に挿入し、管内の適切な位置でソックスの先端を開放し触媒を充填する方法（以下、ソックス法と称す）が知られている。しかし、この方法は、反応管に充填する触媒の量をその度に測定し、ソックスが反応管内に挿入できるように前準備してからソックスに充填する必要が

あるため、ソックス法は手間がかかり過ぎ適切な方法とはいえなかった。

【0003】前記反応管の内部に触媒を詰める別の方法として、ノルスク ヒドロ法がアンモニア プラント セイフティー 33巻、18頁 (Ammonia Plant Safety v. 133, p 18) に掲載されている。図11はその実施の形態を示す説明図である。この方法では、前記反応管の内部に触媒を充填するの目的とするものである。図11において、固定された反応管20上にブラシ80を付帯する治具70と、触媒5を導入する導入管90から構成される触媒充填装置60を設置し、前記反応管20中にブラシ80を付帯する治具70を回転させながら挿入し、導入管90から送られた触媒5が該ブラシ80によって落下速度を調整されるとともに落下の衝撃を吸収し、反応管20の所定位置より触媒5を落下させることにより触媒の充填を行うものである。反応管の寸法は、概ね触媒5数個分の直径を最低要するが、通常さほどの寸法でなく、この方法により触媒5は概ね均一に充填される。

【0004】前記反応管の内部に触媒を詰めるプロセスの他に、反応器の内部に反応管および冷却管あるいは反応管および加熱管が複数設けられている反応器において、反応器と反応管等で形成される空間部に均一に触媒を詰め触媒が管の外側に詰められているプロセスも存在する。先に出願人が特開昭55-149640に開示した反応器は、後者の一例である。

【0005】前記ノルスク ヒドロ法による触媒の充填方法は、前記反応管および冷却管あるいは反応管および加熱管等の管類が複数設けられている反応器において、反応管の内部に触媒を詰める方法の1つとしては有効であるが、反応器と管類で形成される空間部に均一に触媒を詰める方法としては適切ではなかった。

【0006】前記空間部に触媒を均一に詰めるにあたり、手間がかかり過ぎるにもかかわらず適切な充填方法がなかったため、触媒は前記ソックス法によって充填されていた。

【0007】以上説明したように、反応器の内部に管類が複数設けられている反応器において、反応器と管類で形成される空間部に触媒を均一に詰めるにあたり、触媒を速やかに充填する方法および装置の提案が待たれていた。

【0008】

【本発明が解決しようとする課題】本発明は、内部に管類が複数設けられている反応器において反応器と管類で形成される空間部に触媒を均一に、速やかに充填する方法およびそれに用いる装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】発明者らは、上記課題を解決すべく銳意検討した。その結果、反応器の内部に管

類が複数設けられている反応器において、反応器と管類で形成される空間部に触媒を均一に詰めるにあたり、

(1) その内部に設けられた触媒の受ける衝撃を吸収する機能を有するフレキシブルチューブ内を触媒が通過し、触媒の落下距離を一定の範囲内に保ちながら反応器の内部に沿って供給されることによって、前記空間部に触媒を充填すること

(2) このように充填された触媒の安息角を越えて充填された触媒は、反応器の底部を覆うように流れ出すため、不均一に充填されるが反応器の底部の全面を覆うこと

(3) このように不均一に充填された触媒は、流動させることによって均一になること

(4) 上記充填方法および流動化の条件を選択すると触媒は潰れないこと

(5) 充填時間が極めて短くなること

以上の知見を得るに至った。

【0010】本発明は、上記事情に鑑みなされたもので、本発明の目的は以下の手段で達成される。

【0011】すなわち、本発明は、(1) 反応器の内部に反応管、冷却管および加熱管からなる群より選ばれた少なくとも1種の管が複数設けられている反応器の、反応器と前記管類で形成される空間部に触媒を詰めるにあたり、その反応器の内部に設けられた触媒の受ける衝撃を吸収する機能を有するフレキシブルチューブ内を触媒を通過させ、触媒の落下距離を一定の範囲内に触媒が破損しないような距離を保ちながら反応器の内部に沿って触媒を供給して前記空間部に触媒を充填する工程と、前記充填された触媒を前記空間部で流動させる工程とを有する触媒の充填方法であり、(2) 内部に反応管、冷却管および加熱管からなる群から選ばれた少なくとも1種の管が複数設けられている反応器の、反応器と管類で形成される空間部に触媒を詰めるための装置であって、その反応器の内部に設けられた触媒の受ける衝撃を吸収する機能を有するフレキシブルチューブ内を触媒を通過させ、触媒の落下距離を一定の範囲内に触媒が破損しないような距離を保ちながら反応器の内部に沿って触媒を供給して前記空間部に触媒を充填するための手段と、前記充填された触媒を前記空間部で流動化させるための手段とを有してなる触媒の充填装置であり、また、(3) 前記触媒の受ける衝撃を吸収する機能を有するフレキシブルチューブが、その内部にブラシを付帯した長さの調節が可能な治具を有し、長さの調節が可能な蛇腹型のフレキシブルチューブである(2)に記載の触媒の充填装置であることを含む。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明を図面を参照して説明する。図1～図10に用いる符号は共通である。なお、本発明は、内部に管類が複数設けられている反応器において反応器と管類で反応器の内部に形成される空間部に触

媒を均一に充填するにあたり、以下に説明する図1～図10に記載の発明に限定されることはいうまでもないことがある。

【0013】本発明における反応器1について説明する。

【0014】図5は、本発明を適用する反応器の一例の正面図である。図6は、その横断面の四分の1を示す説明図である。

【0015】図5および図6において、反応器1は、反応管2と複数の管3から構成されている。ここに、空間部4は、反応器1の内壁と管3、管3と管3、管3と反応管2との隙間群から構成される。後に詳述する触媒は、図5に示すフランジ100まで充填される。

【0016】本発明における内部に管類が複数設けられている反応器において反応器と管類で形成される空間部に触媒を均一に充填する装置および充填方法について説明する。

【0017】図1は、本発明の一実施形態を示す説明図である。図1において、触媒充填治具10は、触媒導入部9と、フレキシブルチューブ6と、フレキシブルチューブ内に挿入されるブラシ8を付帯した治具7から構成される。この図には記載していないが、触媒充填治具10は、触媒導入部9より下の部分でフレキシブルチューブ6と切り放しおよび結合が可能な構造とされ、また、フレキシブルチューブ6も0.5m～1m毎に切り離しおよび結合が可能な構造とされている。さらに、フレキシブルチューブ内に挿入されるブラシ8を付帯した治具7も0.5m～2mの範囲で切り離しおよび結合が可能な構造とされている。なお、触媒充填治具10は、複数用いることができるのいうまでもないことがある。

【0018】フレキシブルチューブ6について説明する。フレキシブルチューブ6の直径は、後述の図4および図5に示す反応器1と管3、管3と管3および反応管2と管3との間隔、触媒の大きさ、触媒の供給速度および触媒の硬度によっても異なるが、50mm～300mmから選択すれば足りる。また、これに限定されないが、その材質は、ステンレス製等の金属製、ポリプロピレン、ポリエチレン等の高分子製のものから選択すれば足りる。

【0019】なお、フレキシブルチューブ6の形状は蛇腹のついているものでもついていないものでもよい。要は、市販品を用いれば足りる。

【0020】ブラシ8について図7～図10を参照しながら説明する。ブラシ8は、触媒5がフレキシブルチューブ6内を通過する際いわゆるクッションの役目を果たすものである。したがって、ブラシ8の機能は、触媒5が衝突することにより触媒5の落下速度が吸収される機能を有しているものであれば足りる。

【0021】これに限定されることはないが、前記機能

を奏するブラシ8の形状の例を図7～図10に示す。

【0022】第一の例（以下、タイプ1と称す）を図7に示す。図7において、ブラシ8は、90度の角度で4本取り付けられている。この上下には、ブラシ8を角度45度ずらして取り付けられる。なお、ブラシ8の間隔は、取り付け場所により、0.5 m～1.0 mであり、ステンレス製等の金属製のものを用いるのが好ましい。

【0023】第二の例（以下、タイプ2と称す）を図8に示す。図8において、ブラシ8は、45度の角度で8本取り付けられている。この上下には、ブラシ8を角度2.5度ずらして取り付ける。なお、ブラシ8の間隔は、取り付け場所により、0.5 m～1.0 mであり、ステンレス製等の金属製のものを用いるのが好ましい。

【0024】第三の例（以下、タイプ3と称す）を図9に示す。図9において、ブラシ8は、45度の角度で8本取り付けられている。この内、2本ずつのブラシ8に金網800を取り付け、落下する触媒5との接触がしやすいようブラシ8の面積を広くしたものである。金網の目開きの大きさについては特に制限はない。触媒が通過しない大きさでも、あるいは通過するのに充分な大きさであってもよい。要は触媒の通過速度が金網により減速されればよい。

【0025】この上下には、金網800を角度22.5度または45度ずらして取り付ける。ブラシ8の間隔は、取り付け場所により、0.5 m～1.0 mであり、ステンレス製等の金属製のもののかポリプロピレン製等の高分子製のものを用いれば足りる。第四の例（以下、タイプ4と称す）を図10に示す。図10において、ブラシ8は、90度の角度で4本取り付けられている。このブラシ8は、落下する触媒との接触がしやすいようブラシ8の面積を広くしたものである。この上下には、ブラシ8を角度45度ずらして取り付けられる。ブラシ8の間隔は、取り付け場所により、0.5 m～1.0 mであり、ポリプロピレン製等の高分子製のものを用いれば足りる。

【0026】以上説明したように、ブラシ8の材質は触媒の硬度により決定することができるが、ポリプロピレン、ポリエチレン等の高分子製のものおよびステンレス製等の金属製のものから選択すれば足りる。ブラシ8は、好ましくは弾力性のあるものである。

【0027】ブラシ8の大きさは、ブラシ8とフレキシブルチューブ6とで作られる空隙が触媒の径、高さより小さければ足りる。空隙が大きければ、触媒の落下速度を減速することが出来ないので好ましくない。後述の実施例1では、触媒5の充填に際し、内径100mmのフレキシブルチューブ6を使用したため、ブラシ8の径は、92mm、ブラシ8の形状は、タイプ1、その設置間隔を0.5 mを選択しそれぞれ使用した。そのため、フレキシブルチューブ6とブラシ8とにより触媒5への衝撃を吸収しながら充填されることになる。

【0028】治具7へのブラシ8の付帯状況は、フレキ

シブルチューブ6の直径によても異なるが、1mに1カ所あるいは0.5mに1カ所で足りる。これらは、フレキシブルチューブ6の先端から数mまでは後者の間隔を用い、触媒導入部9より下側のフレキシブルチューブ6では前者の間隔を選択すればよい。要は、これらを組み合わせて用いればよい。

【0029】触媒充填治具について説明する。図1において触媒充填治具10は、地上に設置されてもよいし、また、反応器1の上に設置されてもよい。地上に設置される場合には、フレキシブルチューブ6の長さが長くなるのみである。

【0030】触媒5は、触媒導入部9を通り、フレキシブルチューブ6に供給される。触媒5は、治具7に付帯されたブラシ8によりフレキシブルチューブ6内を通過する速度が拘束され、フレキシブルチューブ6の先端に導かれる。

【0031】この該先端は、反応器1の底部から一定の距離範囲に保たれる。前記距離は、触媒の破壊強度により決定されるもので、後述の実施例1～実施例4に示す予備試験をあらかじめおこなって決定すれば足りる。

【0032】本発明でいう触媒5の種類および形状等特に制限はない。また、その硬度によって触媒5を落下させる距離が変わることはあるが、後述の実施例1～実施例4に示す予備試験をあらかじめおこなって決定すれば足りる。

【0033】以上説明したように、触媒5は、ブラシ8の形状によりフレキシブルチューブ6内を直線状、螺旋状あるいは不規則に落下することになるが、いずれの形状を選定してもブラシ8が触媒5への衝撃を吸収するので、特に問題はない。

【0034】触媒の充填方法を図2～図4を参照しながら説明する。

【0035】図2は、触媒の初期充填状態を示す説明図であり、前記反応器1の底部から一定の距離範囲に保たれて反応器1の壁部から供給された触媒5は、安息角度を保ちながら管3に向かって空間部4を満たしていく状態を模式的に示す図である。図3は、触媒5の充填の途中の状態を示す説明図である。図3においては、触媒5の供給位置は図2に示す初期充填時よりも前記反応器1の底部から離している。そのため、触媒5の一部は反応管2に向かって反応器の底部を占めるようになる。

【0036】以上のようにして触媒5は、触媒充填治具10により後述の図5の反応器1と管3との隙間を反応器1から順次反応管2の方向に向かって円筒状に供給される。順次、この距離を大きくとるとついには、触媒5が一箇所に多量に供給され触媒で山状を形成したとしても、触媒の種類による安息角以上になると、触媒5は前記山から崩れ落ちる。そのため、触媒反応器1の底部に凸凹の状態を保つようになる。触媒5の供給速度は、これに限定されることはないが、1.0トン/h～5.0

トン／hとすればよい。要は、触媒の強度、充填量等にもよるが、数日以内、好ましくは1日～3日以内に充填が完了できるように供給すればよい。

【0037】図3において、触媒の大きさ、形状、種類等によっても異なるが、前記触媒反応器1の底部を覆った凹部の距離が該底部から1m～2m程度になれば、以下に記載する触媒を流動化させる作業へ移行する。また、あらかじめ予備試験を行い、前記距離にかえて触媒5の大きさ、形状、安息角等の物性によって反応器1への供給量によって決定することもできる。触媒5は、前記底部に落下されても破壊されないような距離を維持されながら、前記空間部4に供給され、順次前記底部に安息角を保ち凹凸状に底部を覆うことになる。

【0038】上記のように充填された触媒5は流動させられ、反応器1内で前記凸凹の状態からほぼ平均化された状態となる。図4は、この状態を模式的に示す説明図である。

【0039】図4において、前記触媒5は、別途反応器1に供給される流動化用のガス、例えば、空気、窒素等により流動化させられる。流動条件は、触媒5の大きさ、形状、安息角等の物性によっても異なるが、空塔速度10m/s～30m/sから選択される。触媒5の凸凹がほぼ平均化された後は、任意の位置に触媒5を供給し、連続的に流動化させながら、あるいは、断続的に流動化させながら触媒5を図5に示すフランジ面まで充填する。

【0040】触媒5の充填作業は、以下の手順で終了することができる。

【0041】流動状態の触媒5は図5に示す反応器1のフランジ面まで充填される。この状態で、一旦流動用ガスを絞り、流動距離を数mm程度にしながら5分～15分維持する。その後、流動用ガスを停止し、フランジ面まで触媒を詰める。この時、反応器1の円周に囲いを設け触媒5の落下を防止することもできる。

【0042】以上のように本発明を説明したが、さらに本発明を詳細に実施例を用いて説明する。

【0043】なお、本発明は、以下に記載の実施例にのみに制限されることがないのは、いうまでもないことである。

#### 【0044】

##### 【実施例】実施例1（予備試験1）

反応器1に触媒を充填するにあたり、以下の予備試験を行なった。触媒5の形状は円柱状、直径5mm、高さ5mmで、その安息角度は30度で、見かけ比重は1000kg/m<sup>3</sup>であった。ブラシ8としてタイプ1を用い、設置間隔は0.5mであった。材質は、ポリエチレン製であった。該タイプ1を挿入した内径100mmのフレキシブルチューブ1mを用いて、その間隔を0.5mとし触媒5を供給し、触媒5が落下する面に鉄板を使用し、触媒が破損するかどうかを観察した。

【0045】その結果、落下高さ4mで、落下面が鉄板の場合でも触媒は破損しないことが判明した。

##### 【0046】実施例2（予備試験2）

実施例1において触媒5が落下する面に鉄板を使用したのにかえ、鉄板の上に触媒を30mm積んだものを用い、予備試験1と同様に実施した。落下高さ4mで、触媒は破損しないことが判明した。

##### 【0047】実施例3（予備試験3）

実施例1の触媒5およびブラシ8を用い、該触媒5とフレキシブルチューブ6および、ブラシ8の衝突による破損が起らぬことを確認するために、内径100mmのフレキシブルチューブを用い、ブラシ8の間隔を最大1mとし試験を行なった。その結果、フレキシブルチューブおよび、ブラシ8との衝突による触媒の破損の無いことを確認した。

【0048】これらの結果から、ブラシ8の形状は、触媒の落下速度を吸収できる弾力性を持つ形状であれば十分であることが確認できた。

##### 【0049】実施例4（予備試験4）

実施例3のブラシ8をタイプ1からタイプ2～4にかえた以外は実施例3と同様に実施した。結果は、実施例3と同様であった。

##### 【0050】実施例5

反応器1として、直径4.5m、その中心に位置する反応管2として直径1.0m、直径0.05mの管3として2500本を有する、底部からフランジ面までの高さ20mの装置に触媒5として、メタノール合成触媒を底部からフランジ面まで充填することにした。使用した触媒5は、実施例1～実施例4で用いたものと同一で、その触媒の形状は円柱状、直径5mm、高さ5mmで、その安息角度は30度で、見かけ比重は1000kg/m<sup>3</sup>であった。なお、ブラシ8は、設置間隔を1mとしたタイプ1を用いた。

【0051】触媒充填治具10は、触媒導入部9の直径0.2mで、ポリエチレン製のフレキシブルチューブ6の内径は0.1mであり、フレキシブルチューブ内に挿入されるブラシ8の材質はステンレス製であり、該ブラシ8を付帯したポリエチレン製の治具7を前記ポリエチレン製のフレキシブルチューブ6の先端部まで挿入し、反応器1の底まで4mの距離を保った。このように準備した後、前記触媒5を5トン/hの速度で反応器1の周囲に沿って順次反応管2の方向に向かって供給した。なお、フレキシブルチューブとフレキシブルチューブ内に挿入される治具7は、適宜切り離しおよび結合した。10時間後、50トンの触媒を充填したところで、空気を空塔速度20m/sとなるように供給した。ついで、上記触媒を不特定の位置に順次前記供給速度で供給した。フランジ面まで触媒5が供給できたので、空気の供給を停止して最後に触媒5をさらに詰めた。

【0052】以上、充填に要した時間は46時間で、触

媒の全充填量は230トンであった。また、空隙率は40%であった。

【0053】比較例1

従来のソックス法で触媒を充填した。所要時間は、180時間で、空隙率は45%であった。

【0054】

【発明の効果】本発明の触媒の充填方法および装置は、以下に記載の効果を奏す。

(1) 反応器の内部に反応管、冷却管、加熱管およびこれらの混合された管類が複数設けられている反応器において、反応器と前記管類で形成される空間部に均一に触媒を詰めるにあたり、触媒導入部9と、フレキシブルチューブ6と、フレキシブルチューブ内に挿入されるブラシ8を付帯した治具7からなる触媒充填治具を用い、凸凹を形成するように充填しても良いから、充填時間が短い。

(2) 前記凸凹部は、触媒を流動化させることにより触媒の充填面を平滑化できる。また、流動させているため最密充填が可能である。

(3) 触媒の硬度等により予備試験で緩やかな流動化条件を決定できるため、触媒の種類によらず充填が可能で、触媒の充填時間が短いため、触媒の摩耗等が少ない。

(4) フレキシブルチューブを用い、触媒の落下距離を調整することができるため、触媒の破損が極めて少ない。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の一実施形態を示す説明図である。

【図2】図2は、触媒の初期充填状態を示す説明図である。

【図3】図3は、触媒の充填の途中の状態を示す説明図である。

【図4】図4は、凸凹の状態からほぼ平均化された状態を示す説明図である。

【図5】図5は、本発明を適用する反応器の一例の正面図である。

【図6】図6は、図5の四分の1を示す説明図である。

【図7】図7は、ブラシの一実施形態（タイプ1）を示す説明図である。

【図8】図8は、ブラシの一実施形態（タイプ2）を示す説明図である。

【図9】図9は、ブラシの一実施形態（タイプ3）を示す説明図である。

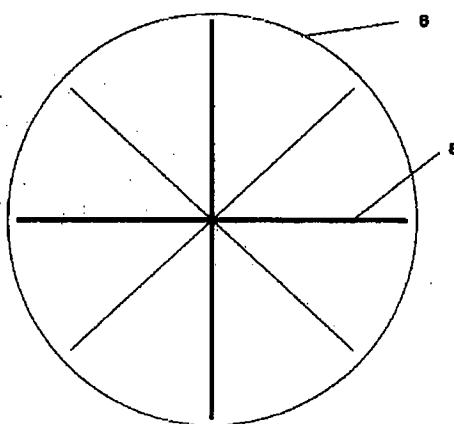
【図10】図10は、ブラシの一実施形態（タイプ4）を示す説明図である。

【図11】図11は、従来の実施の形態を示す説明図である。

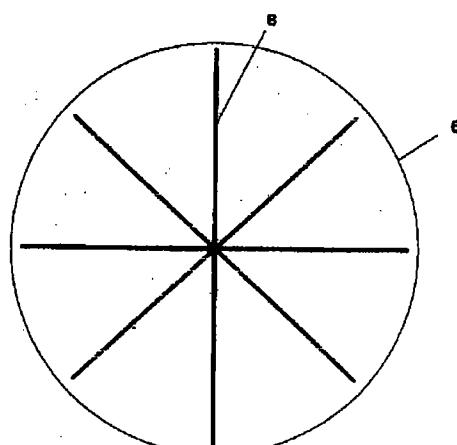
【符号の説明】

1	反応器
2	反応管
3	管
4	空間部
5	触媒
6	フレキシブルチューブ
7	治具
8	ブラシ
9	触媒導入部
10	触媒充填治具
20	反応管
70	治具
80	ブラシ
90	導入管
100	フランジ
800	金網

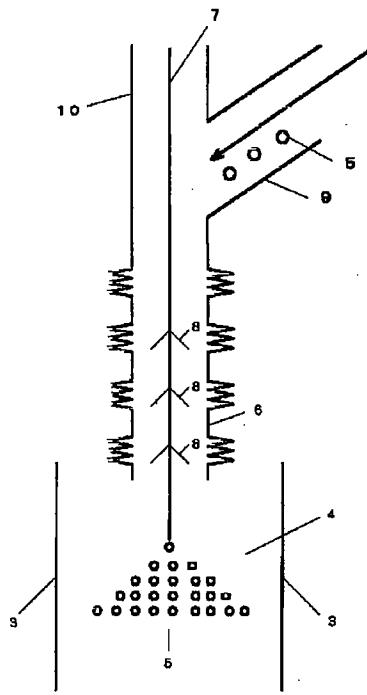
【図7】



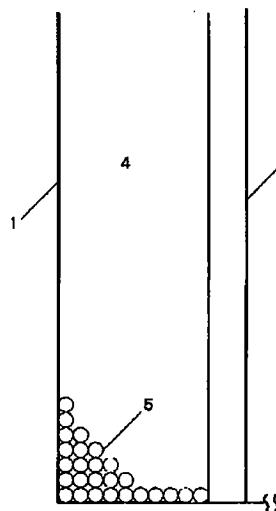
【図8】



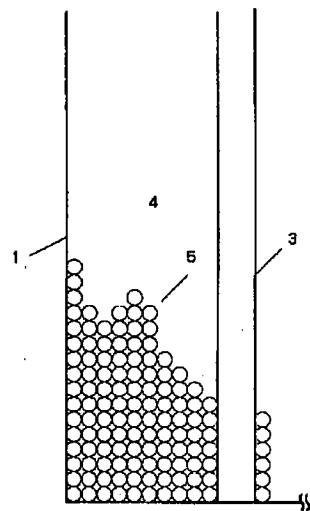
【図1】



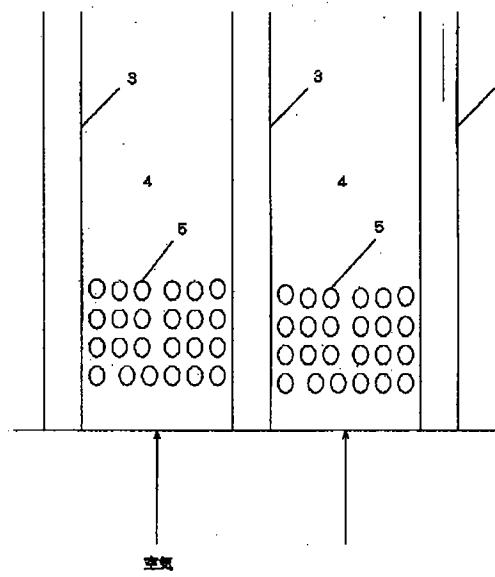
【図2】



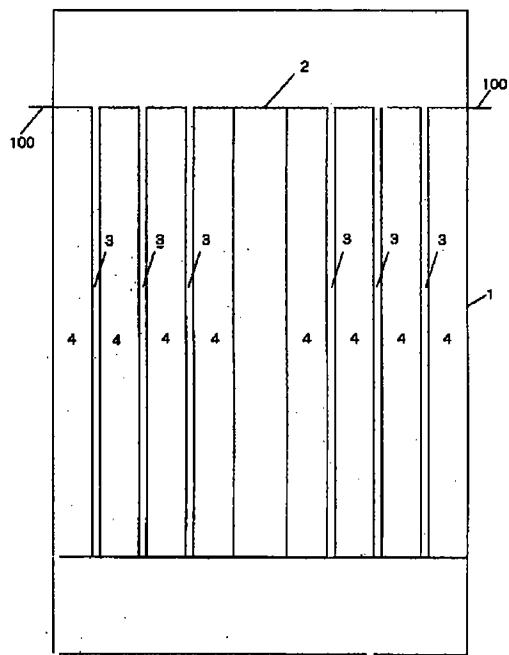
【図3】



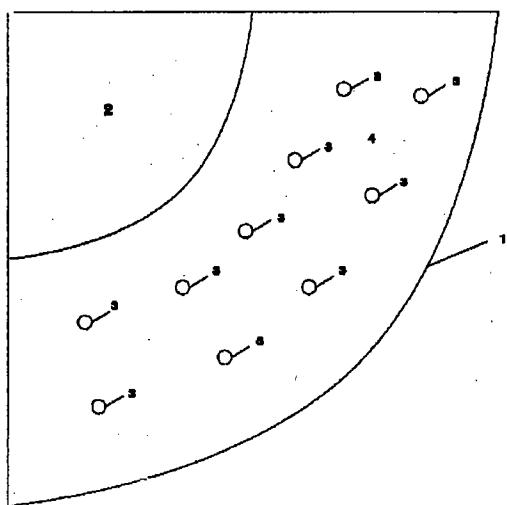
【図4】



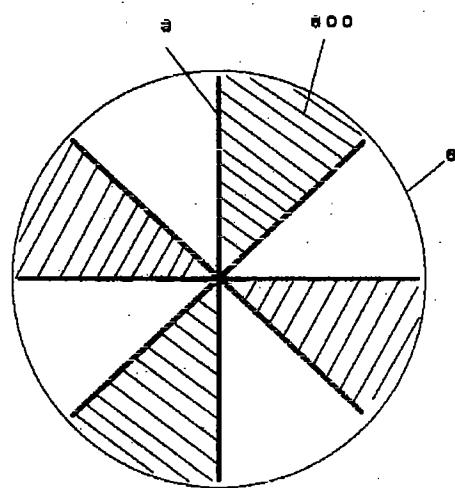
【図5】



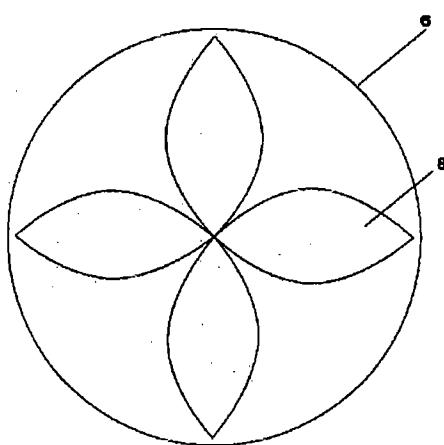
【図6】



【図9】



【図10】



【図11】

